

Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης

Προγραμματισμός έργων
Η μέθοδος CPM

Προγραμματισμός έργων

- Ασχολείται με τον βέλτιστο προγραμματισμό περίπλοκων έργων, ώστε να επιτευχθούν στόχοι σε σχέση με:
 - τον χρόνο ολοκλήρωσης του έργου
 - τον προϋπολογισμό
 - τους διαθέσιμους πόρους

Ανάλυση δικτύων

- Η ανάλυση δικτύων είναι η βασική τεχνική η οποία χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό έργων.
- Ένα δίκτυο παρουσιάζει:
 - Εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν σε μια συγκεκριμένη σειρά
 - Εργασίες που μπορούν να εκτελεστούν παράλληλα
 - Κρίσιμες εργασίες που η καθυστέρησή τους θα οδηγήσει σε καθυστέρηση ολοκλήρωσης του έργου

Εφαρμογές ανάλυσης δικτύων

- Κατασκευαστική βιομηχανία
 - Κτίρια
 - Αυτοκινητόδρομοι
 - Πλοία
 - Αεροπλάνα
 - Αυτοκίνητα
- Ανάπτυξη λογισμικού
- Είσοδος επιχειρήσεων σε νέα αγορά

Πλεονεκτήματα ανάλυσης δικτύων

- Ευκολότερος προγραμματισμός εργασιών και έλεγχος προόδου
- Διευκόλυνση οργάνωσης της προετοιμασίας
- Οπτική παρουσίαση
- Εντοπισμός κρίσιμης διαδρομής
 - Η κρίσιμη διαδρομή είναι η αλληλουχία των εργασιών εκείνων που η διάρκειά τους καθορίζει και την συνολική διάρκεια του έργου.
- Διευκόλυνση κατανομής πόρων
- Διευκόλυνση ανάκαμψης από γεγονότα και καταστάσεις που δεν είχαν προβλεφθεί

Μέθοδοι ανάλυσης δικτύων

Critical Path Method

- Η μέθοδος CPM επικεντρώνεται:
 - στην κατανομή των πόρων
 - στον καθορισμό των συνθηκών
 - στον καθορισμό της χρονικής στιγμής έναρξης ενός έργου

PERT

- Η μέθοδος PERT επικεντρώνεται:
 - σε έργα με αβέβαιο χρόνο ολοκλήρωσης
 - στον προσδιορισμό της πιθανότητας να ολοκληρωθεί ένα έργο εντός μιας συγκεκριμένης διορίας

Η κύρια διαφορά CPM και PERT εντοπίζεται στον τρόπο καθορισμού της διάρκειας των δραστηριοτήτων

Διάγραμμα δικτύου έργου

- Κάθε γεγονός απεικονίζεται με ένα κόμβο
 - Ως γεγονός ορίζεται η αρχή ή το τέλος μιας δραστηριότητας
 - Κάθε γεγονός συμβαίνει σε κάποια χρονική στιγμή
- Κάθε δραστηριότητα απεικονίζεται με ένα βέλος
 - Οι δραστηριότητες έχουν διάρκεια
- Τα βέλη δείχνουν την λογική ροή

Παράδειγμα

- Μια επιχείρηση ετοιμάζεται να ανοίξει ένα νέο υποκατάστημα σε μια πόλη και προγραμματίζει τις εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν προκειμένου να είναι έτοιμη το συντομότερο.

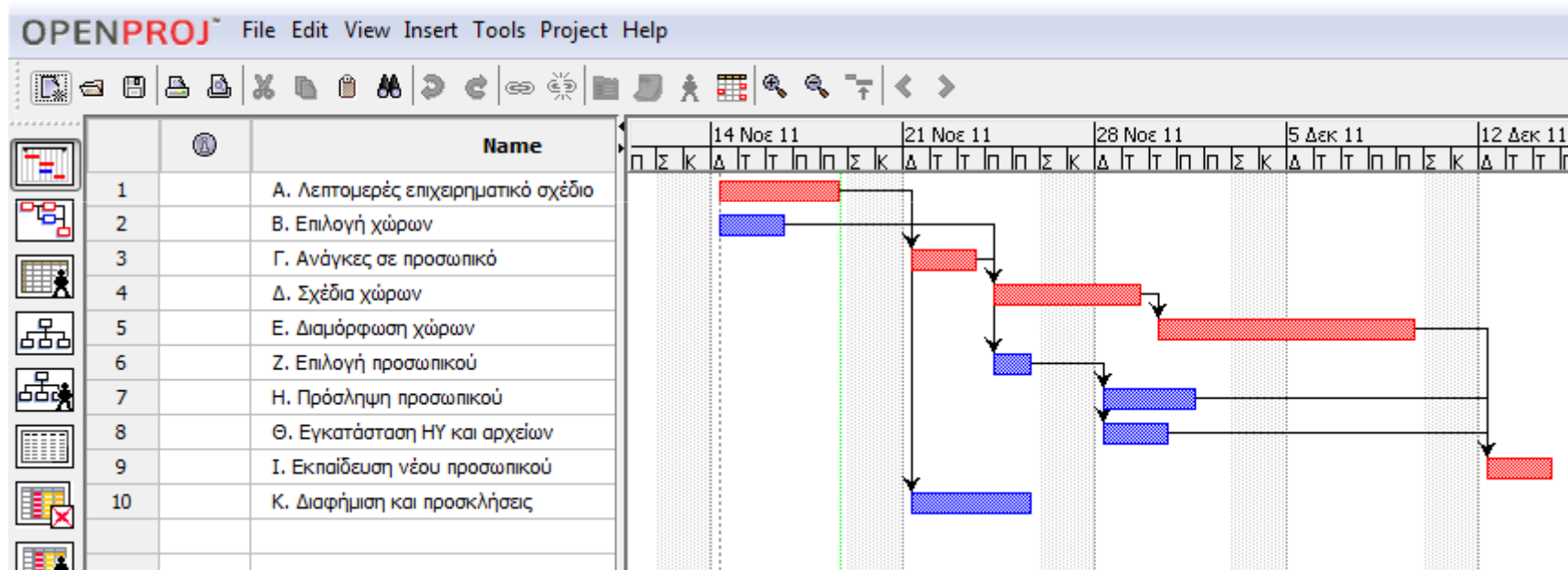
Δημιουργία Δικτύου Έργου: Εργασίες

Κατάλογος
εργασιών με
διάρκεια και
προαπαιτούμενες
εργασίες

OPENPROJ™

	Ⓜ	Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		A. Λεπτομερές επιχειρηματικό σχέδιο	5 days	2/5/2011 8:00 πμ	6/5/2011 5:00 μμ	
2		B. Επιλογή χώρων	3 days	2/5/2011 8:00 πμ	4/5/2011 5:00 μμ	
3		Γ. Ανάγκες σε προσωπικό	3 days	9/5/2011 8:00 πμ	11/5/2011 5:00 μμ	1
4		Δ. Σχέδια χώρων	3 days	12/5/2011 8:00 πμ	16/5/2011 5:00 μμ	2;3
5		Ε. Διαμόρφωση χώρων	8 days	17/5/2011 8:00 πμ	26/5/2011 5:00 μμ	4
6		Z. Επιλογή προσωπικού	2 days	12/5/2011 8:00 πμ	13/5/2011 5:00 μμ	3
7		Η. Πρόσληψη προσωπικού	4 days	16/5/2011 8:00 πμ	19/5/2011 5:00 μμ	6
8		Θ. Εγκατάσταση ΗΥ και αρχείων	3 days	16/5/2011 8:00 πμ	18/5/2011 5:00 μμ	6
9		Ι. Εκπαίδευση νέου προσωπικού	3 days	27/5/2011 8:00 πμ	31/5/2011 5:00 μμ	5;7;8
10		Κ. Διαφήμιση και προσκλήσεις	5 days	9/5/2011 8:00 πμ	13/5/2011 5:00 μμ	1

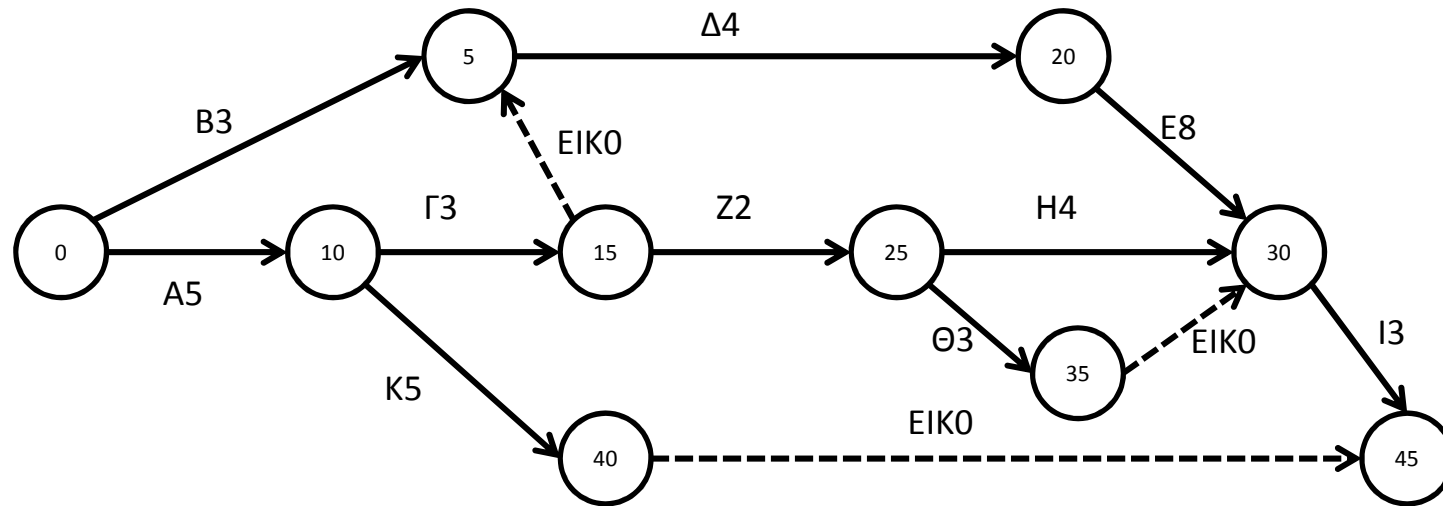
Διάγραμμα Gantt



Σχεδίαση Δικτύου Έργου

- Προσδιορισμός σχέσεων προτεραιότητας
 - Καταγραφή εργασιών
 - Καταγραφή διάρκειας κάθε εργασίας
 - Καταγραφή σχέσεων προτεραιότητας
- Κατασκευή του δικτύου
 - Κατά μήκος κάθε εργασίας καταγράφουμε τον κωδικό της και μέσα σε παρένθεση την διάρκειά της

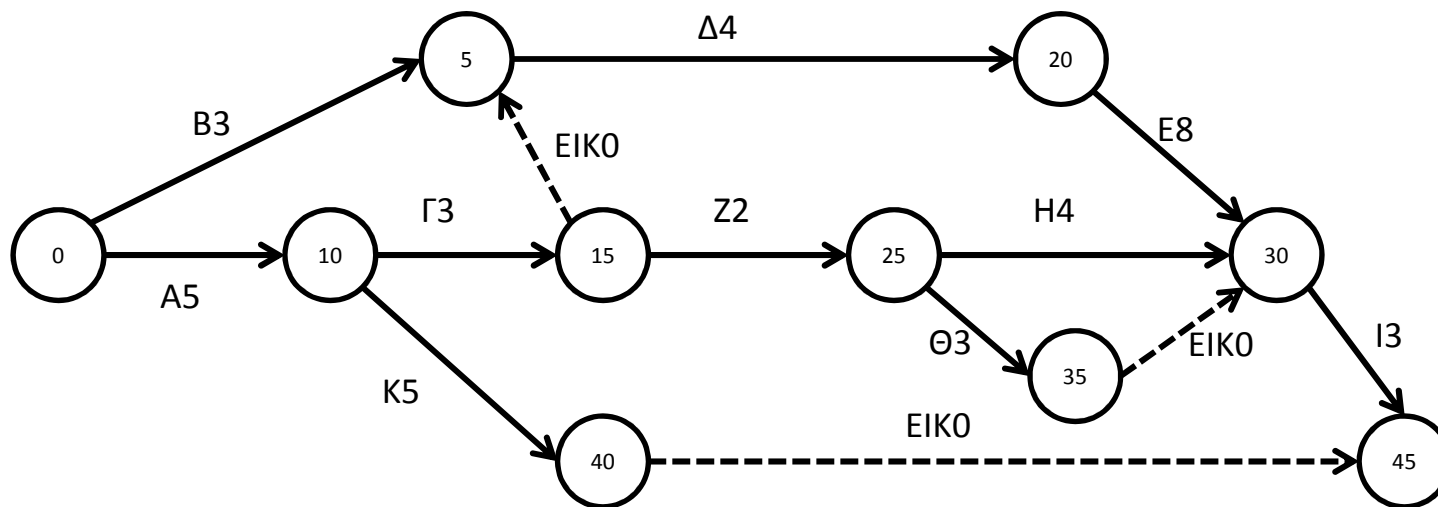
Δίκτυο έργου



Εικονικές δραστηριότητες: Απεικονίζονται με διακεκομμένη γραμμή και βοηθούν στην διατήρηση των προτεραιοτήτων που απαιτούνται.

Εικονικές δραστηριότητες

1. Ξεκινά από τον κόμβο 15 και επιβάλλει η εργασία Δ να εκτελεσθεί μετά την ολοκλήρωση των Β και Γ.
2. Ξεκινά από τον κόμβο 35 και επιβάλλει η εργασία Ι να εκτελεσθεί μετά την ολοκλήρωση των Ε, Η και Θ.
3. Ξεκινά από τον κόμβο 40 και επιβάλλει το έργο να ολοκληρωθεί μετά την ολοκλήρωση των Ι και Κ.



Σύνοψη κατασκευής δικτύου

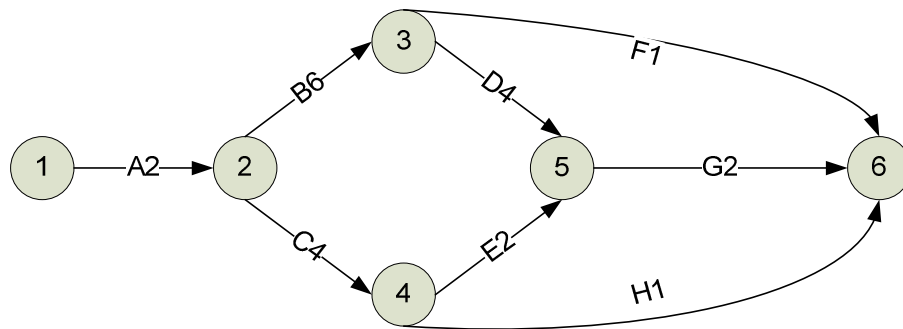
- Σημεία εκκίνησης και τέλους: πρέπει να είναι μοναδικά.
- Έναρξη δραστηριότητας: καμία δραστηριότητα δεν αρχίζει αν δεν ολοκληρωθούν οι δραστηριότητες που καταλήγουν στον κόμβο της.
- Κλειστά κυκλώματα (loops): Ένα δίκτυο δεν πρέπει να περιλαμβάνει κλειστά κυκλώματα γιατί δεν μπορεί να ολοκληρωθεί.
- Δραστηριότητα εντός και εκτός γεγονότων:
 - Από κάθε γεγονός πρέπει να ξεκινά τουλάχιστον μία δραστηριότητα.
 - Μία τουλάχιστον δραστηριότητα πρέπει να οδηγεί σε κάθε γεγονός.
 - Εξαίρεση αποτελεί το αρχικό και τελικό γεγονός.
- Εικονικές δραστηριότητες (dummy):
 - Διευκολύνουν την κατασκευή
 - Απεικονίζονται με διακεκομμένο βέλος
 - Δεν καταναλώνουν χρόνο ή πόρους

Ο χρόνος στα Δίκτυα Έργων

- Κύριος στόχος την διαχείρισης έργων είναι ο Χρονικός και Οικονομικός προγραμματισμός του έργου και των επιμέρους εργασιών ώστε το έργο να ολοκληρωθεί μέσα στα πλαίσια χρόνου και προϋπολογισμού.
- Μας ενδιαφέρει ο προσδιορισμός των ενωρίτερων και των αργότερων χρόνων έναρξης και λήξης κάθε εργασίας, ώστε:
 - Να πετύχουμε τον καλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης του έργου
 - Να συνάψουμε τις κατάλληλες συμβάσεις με συνεργεία και προμηθευτές
 - Να οργανώσουμε σωστά τον οικονομικό προγραμματισμό

Νωρίτερος Χρόνος Γεγονότος

- Νωρίτερος χρόνος γεγονότος (Earliest Time) είναι ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση όλων των δραστηριοτήτων που ανήκουν σε όλες τις διαδρομές από την αρχή του έργου μέχρι το συγκεκριμένο γεγονός.
- $ET(i) = \max \{ET(j) + t(j,i)\}$ για όλα τα j τα οποία προηγούνται του i και συνδέονται απευθείας με αυτό.



- Βήματα υπολογισμού του Early Time ενός κόμβου i
 1. Εύρεση κάθε κόμβου που συνδέεται με απευθείας ακμή προς τον κόμβο i . Το σύνολο των κόμβων αποτελεί τους **«άμεσα προηγούμενους»**.
 2. Σε κάθε ένα j από τους **«άμεσα προηγούμενους»** αναθέτουμε ως τιμή το άθροισμα της διάρκειας της ακμής (j,i) με τον νωρίτερο χρόνο του $ET(j)$.
 3. Το $ET(i)$ είναι το μέγιστο από τα αθροίσματα του βήματος 2.

$$ET(1) = 0$$

$$ET(2) = 0 + 2 = 2$$

$$ET(3) = ET(2) + 6 = 8$$

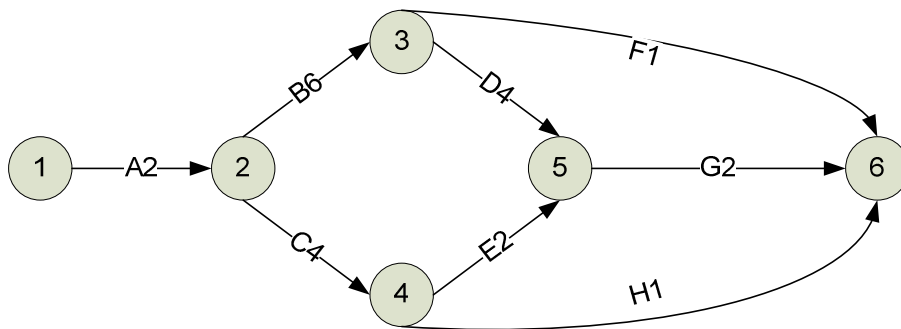
$$ET(4) = ET(2) + 4 = 6$$

$$ET(5) = \max(ET(3)+4, ET(4)+2) = \max(12, 8) = 12$$

$$ET(6) = \max(ET(3)+1, ET(5)+2, ET(4)+1) = \max(9, 14, 7) = 14$$

Αργότερος Χρόνος Γεγονότος

- Αργότερος χρόνος (Latest Time) είναι ο μέγιστος χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση όλων των δραστηριοτήτων οι οποίες ανήκουν σε όλες τις διαδρομές από την αρχή έως το συγκεκριμένο γεγονός χωρίς να καθυστερήσει το έργο.
- $LT(i) = \min\{LT(j) - t(i,j)\}$ για όλα τα j τα οποία έπονται του i και συνδέονται απευθείας με αυτό.

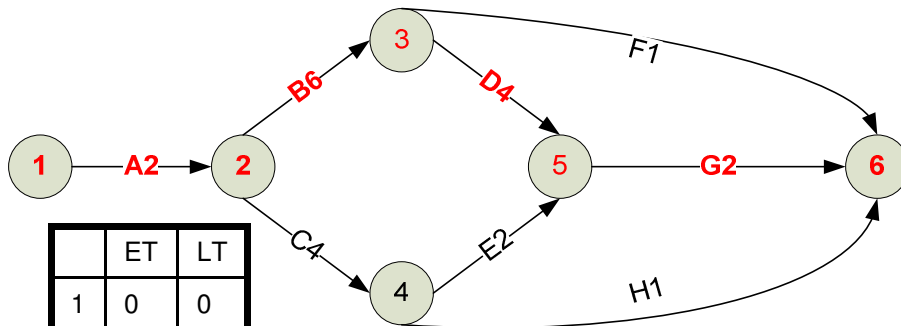


- Βήματα υπολογισμού του Latest Time ενός κόμβου i
 1. Εύρεση κάθε κόμβου που βρίσκεται μετά από τον κόμβο i και συνδέεται με αυτόν με μια απευθείας ακμή. Το σύνολο των κόμβων με αυτό το χαρακτηριστικό αποτελεί τους **«άμεσα επόμενους»**.
 2. Σε κάθε ένα j από τους **«άμεσα επόμενους»** κόμβους αναθέτουμε ως τιμή την διαφορά της διάρκειας της ακμής (i,j) από τον αργότερο χρόνο του $LT(j)$.
 3. Το $LT(i)$ είναι η ελάχιστη από τις διαφορές του βήματος 2.

$$\begin{aligned}LT(6) &= 14 \\LT(5) &= LT(6) - 2 = 12 \\LT(4) &= \min(LT(6) - 1, LT(5) - 2) = \min(13, 10) = 10 \\LT(3) &= \min(LT(6) - 1, LT(5) - 4) = \min(13, 8) = 8 \\LT(2) &= \min(LT(3) - 6, LT(4) - 4) = \min(2, 6) = 2 \\LT(1) &= LT(1) - 2 = 0\end{aligned}$$

Ελεύθερο περιθώριο γεγονότος – Ελεύθερο περιθώριο δραστηριότητας

- **Ελεύθερο περιθώριο γεγονότος** είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το γεγονός μπορεί να μετατοπιστεί αργότερα στον χρόνο μετά τον νωρίτερο χρόνο ολοκλήρωσης χωρίς να προκαλέσει καθυστέρηση στην συνολική ολοκλήρωση του έργου.
- $SN(i)=LT(i)-ET(i)$
- **Ελεύθερο περιθώριο μιας δραστηριότητας (i,j)** είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο η δραστηριότητα μπορεί να μετατοπιστεί αργότερα στον χρόνο μετά τον νωρίτερο χρόνο ολοκλήρωσης του γεγονότος i χωρίς να προκαλέσει καθυστέρηση στην συνολική ολοκλήρωση του έργου
- $SA(i,j)=LT(j)-ET(i)-t(i,j)$



	ET	LT
1	0	0
2	2	2
3	8	8
4	6	10
5	12	12
6	14	14

$$SN(1)=0-0=0$$

$$SN(2)=2-2=0$$

$$SN(3)=8-8=0$$

$$SN(4)=10-6=4$$

$$SN(5)=12-12=0$$

$$SN(6)=14-14=0$$

$$SA(A)=2-0-2=0$$

$$SA(B)=8-2-6=0$$

$$SA(C)=10-2-4=4$$

$$SA(D)=12-8-4=0$$

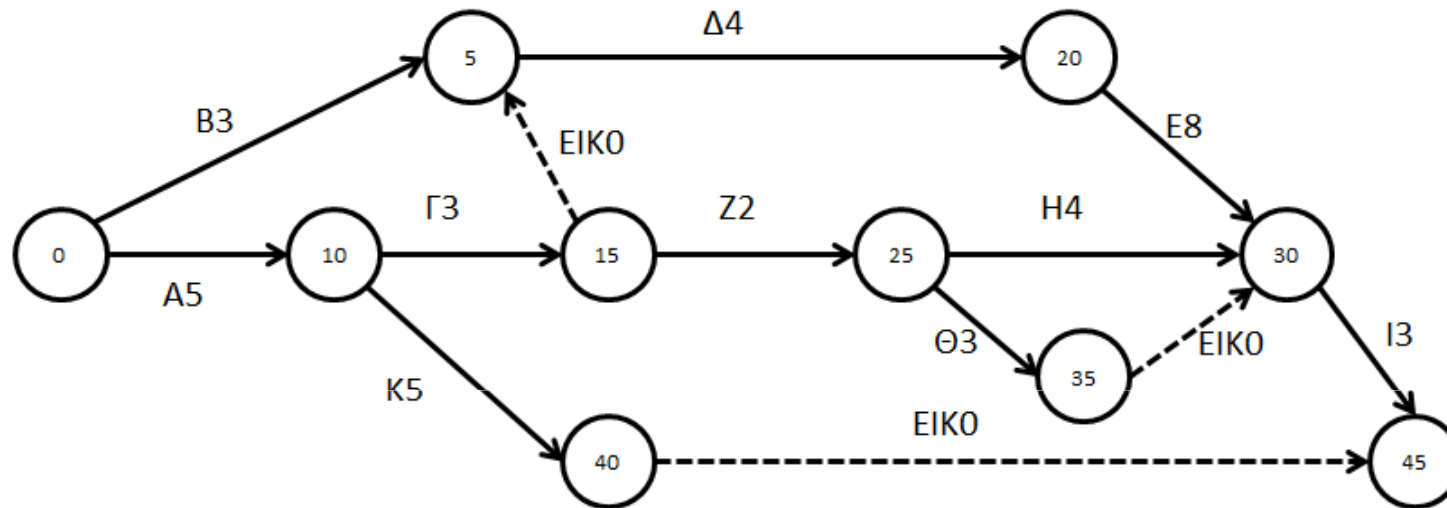
$$SA(E)=12-6-2=4$$

$$SA(F)=14-8-1=5$$

$$SA(G)=14-12-2=0$$

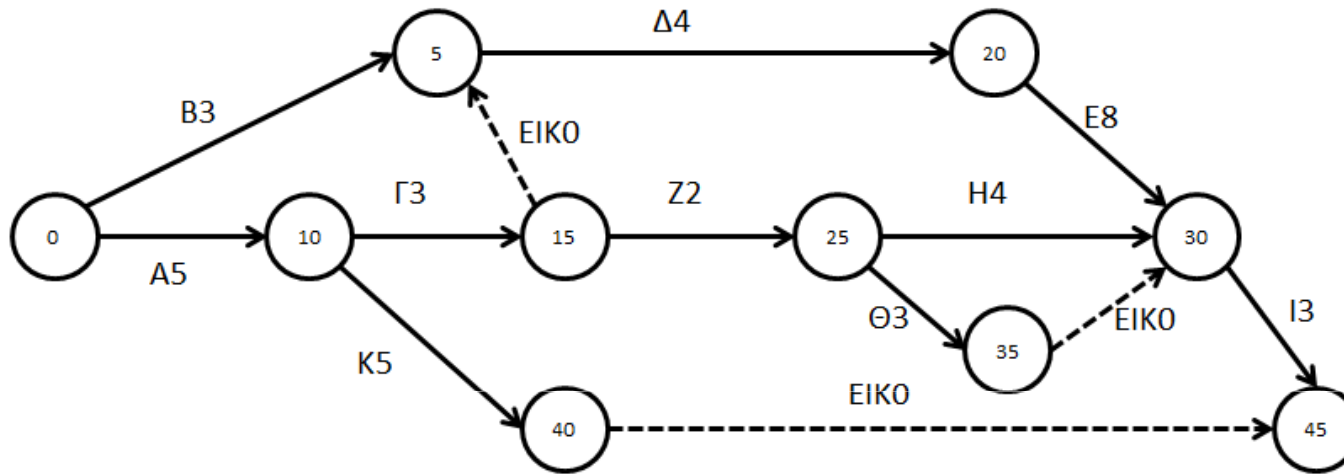
$$SA(H)=14-6-1=7$$

Υπολογισμός νωρίτερων χρόνων για το παράδειγμα



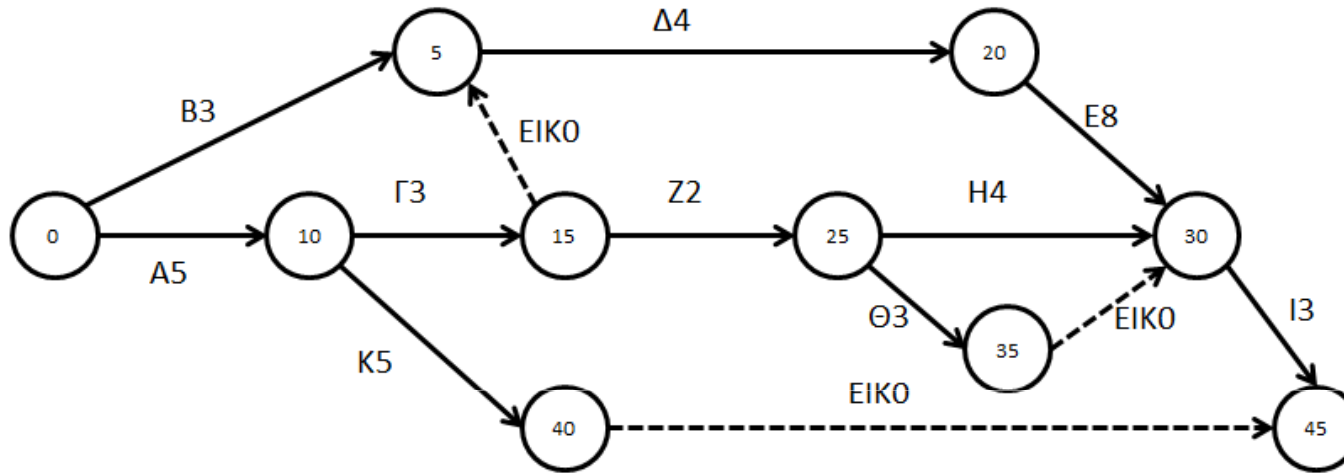
$ET(0)=0$
 $ET(10)=ET(0)+5=0+5=5$
 $ET(15)=ET(10)+3=5+3=8$
 $ET(5)=\max(ET(0)+3, ET(15)+0)=\max(0+3, 8+0)=8$
 $ET(40)=ET(10)+5=5+5=10$
 $ET(25)=ET(15)+2=8+2=10$
 $ET(20)=ET(5)+4=8+4=12$
 $ET(35)=ET(25)+3=10+3=13$
 $ET(30)=\max(ET(20)+8, ET(25)+4, ET(35)+0)=\max(12+8, 10+4, 13+0)=20$
 $ET(45)=\max(ET(30)+3, ET(40)+0)=\max(20+3, 10)=23$

Υπολογισμός αργότερων χρόνων για το παράδειγμα



$LT(45)=23$
 $LT(30)=LT(45)-3=23-3=20$
 $LT(40)=LT(45)-0=23-0=23$
 $LT(20)=LT(30)-8=20-8=12$
 $LT(35)=LT(30)-0=20-0=20$
 $LT(25)=\min(LT(30)-4, LT(35)-3)=\min(20-4, 20-3)=16$
 $LT(5)=LT(20)-4=12-4=8$
 $LT(15)=\min(LT(25)-2, LT(5)-0)=\min(16-2, 8-0)=8$
 $LT(10)=\min(LT(15)-3, LT(40)-5)=\min(8-3, 23-5)=5$
 $LT(0)=\min(5-5, LT(5)-3)=\min(5-5, 8-3)=0$

Υπολογισμός περιθωρίων γεγονότων και δραστηριοτήτων για το παράδειγμα



$SN(0)=LT(0)-ET(0)=0-0=0$
 $SN(5)=LT(5)-ET(5)=8-8=0$
 $SN(10)=LT(10)-ET(10)=5-5=0$
 $SN(15)=LT(15)-ET(15)=8-8=0$
 $SN(20)=LT(20)-ET(20)=12-12=0$
 $SN(25)=LT(25)-ET(25)=16-10=6$
 $SN(30)=LT(30)-ET(30)=20-20=0$
 $SN(35)=LT(35)-ET(35)=20-13=7$
 $SN(40)=LT(40)-ET(40)=23-10=13$
 $SN(45)=LT(45)-ET(35)=23-23=0$

$SA(A)=LT(10)-ET(0)-T(A)=5-0-5=0$
 $SA(B)=LT(5)-ET(0)-T(B)=8-0-3=5$
 $SA(\Gamma)=LT(15)-ET(10)-T(\Gamma)=8-5-3=0$
 $SA(\Delta)=LT(20)-ET(5)-T(\Delta)=12-8-4=0$
 $SA(E)=LT(30)-ET(20)-T(E)=20-12-8=0$
 $SA(Z)=LT(25)-ET(15)-T(Z)=16-8-2=6$
 $SA(H)=LT(30)-ET(25)-T(H)=20-10-4=6$
 $SA(\Theta)=LT(35)-ET(25)-T(\Theta)=20-10-3=7$
 $SA(I)=LT(45)-ET(30)-T(I)=23-20-3=0$
 $SA(K)=LT(40)-ET(10)-T(K)=13-5-5=3$

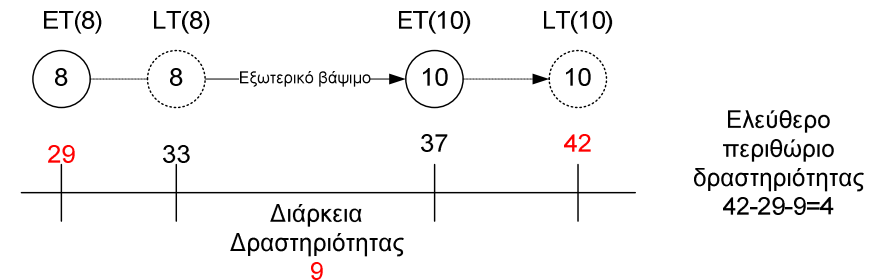
Καθορισμός κρίσιμης διαδρομής

- Οι δραστηριότητες κατά μήκος του κρίσιμου μονοπατιού είναι εκείνες οι οποίες θα πρέπει να ολοκληρωθούν απολύτως «στην ώρα τους» προκειμένου το ίδιο να ισχύσει και για το συνολικό έργο.
 - Αν κάποια από τις δραστηριότητες του κρίσιμου μονοπατιού καθυστερήσει τότε το συνολικό έργο θα καθυστερήσει και για αυτό οι διαχειριστές δίνουν μεγάλη προσοχή σε αυτές ακριβώς τις δραστηριότητες.
 - Το κρίσιμο μονοπάτι είναι το μακρύτερο μονοπάτι στο δίκτυο.
 - Πρόκειται για την διαδρομή με τη μεγαλύτερη χρονική διάρκεια
- Σημασία κρίσιμης διαδρομής
 - Ο χρόνος ολοκλήρωσης του έργου δεν μπορεί να μειωθεί αν δεν ολοκληρωθούν συντομότερα μία ή περισσότερες δραστηριότητες που συμμετέχουν στην κρίσιμη διαδρομή.
 - Καθυστέρηση στις δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής θα οδηγήσουν στην καθυστέρηση της περάτωσης του έργου.
 - Καθυστερήσεις σε άλλες διαδρομές δεν έχουν απαραίτητα το ίδιο αποτέλεσμα.

Το κρίσιμο μονοπάτι συνδέει τους κόμβους στους οποίους το ελεύθερο περιθώριο γεγονότος SN είναι 0 μέσω ακμών που το ελεύθερο περιθώριο δραστηριότητας SA είναι 0

Ελεύθερο περιθώριο δραστηριότητας

- Το περιθώριο μιας δραστηριότητας (i, j) είναι η διαφορά ανάμεσα στον αργότερο χρόνο του γεγονότος j με τον νωρίτερο χρόνο του γεγονότος i αφαιρώντας το χρόνο της δραστηριότητας
- Ο αργότερος χρόνος αφορά την χρονική στιγμή μέχρι την οποία μπορεί να καθυστερήσει ένα γεγονός και παρά την καθυστέρησή του το έργο να ολοκληρωθεί στον χρόνο που έχει προσδιοριστεί ως νωρίτερος χρόνος ολοκλήρωσης.
- Για παράδειγμα αν ένα γεγονός έχει νωρίτερο χρόνο 29 και αργότερο χρόνο 33 αυτό σημαίνει ότι μπορεί να ξεκινήσει την χρονική στιγμή 29 αλλά ακόμα και αν ξεκινήσει την χρονική στιγμή 33 δεν πρόκειται να αλλάξει ο νωρίτερος χρόνος ολοκλήρωσης του έργου.



Ο νωρίτερος χρόνος αφορά για ένα γεγονός την χρονική στιγμή που μπορεί να ξεκινήσει αν όλες οι δραστηριότητες που προηγούνται ολοκληρωθούν στον χρόνο τους. Ο νωρίτερος χρόνος του γεγονότος τερματισμού είναι συνεπώς ο **νωρίτερος χρόνος ολοκλήρωσης του έργου** στο σύνολό του